

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » сентября 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.07 Энергосбережение в системах электроснабжения
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль): Электроснабжение и энергосбережение
Программа: магистратура
Форма обучения: очная, заочная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1	1
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5/180	5/180
Контактная работа (час.), в том числе:	74	18
лекции (час.)	34	4
практические (семинарские) занятия (час.)	34	6
лабораторные работы (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	70	126
курсовой проект(работа) (семестр/час.)	27	27
Контроль (экзамен/зачёт, час.)	экз.,36час.	экз.,36час.

Донецк, 2023 г.

Доцент кафедры электроснабжения
промышленных предприятий
и городов,
к.т.н., доцент

О.А. Чурсинова А.А.

Протокол от «15» 03 2023 года № 9

Заведующий кафедрой Левшов А.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол от « 23 » 03 2023 года № 3

Председатель  Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол от « » 20 года №

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол от « » 20 года №

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол от « » 20 года №

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с энергосбережением в системах электроснабжения промышленного предприятия

Целью дисциплины является: формирование представления об общих тенденциях энергосбережения в системах электроснабжения; ознакомление с основными методами и средствами экономии электроэнергии в системах электроснабжения, изучение методов и способов повышения эффективности использования энергоресурсов в промышленности.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- терминологию в отрасли энергосбережения;
- методы исследования эффективности использования энергоресурсов на промышленных предприятиях;
- энергетические характеристики оборудования и технологических процессов;
- методы расчета потерь энергоресурсов, методы расчета экономии энергоресурсов при внедрении энергосберегающих мероприятий, методов экономического обоснования энергосберегающих мероприятий.

уметь:

- предложить мероприятия по экономии энергоресурсов;
- выполнить расчеты потерь и затрат энергоресурсов, энергоемкости продукции;
- выполнить расчеты по сбережению энергоресурсов при внедрении.

владеть:

- навыками расчета потерь энергоресурсов;
- навыками применения методов энергосбережения для различных потребителей электроэнергии;
- навыками экономического обоснования энергосберегающих мероприятий.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен проектировать объекты профессиональной деятельности и организовывать работу по их проектированию (ПК-2).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана. Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении дисциплин: Теоретические основы электротехники; Монтаж и эксплуатация электрооборудования; Потребители электрической энергии; Электроснабжение; Электротехнологические установки и устройства; Светотехнические установки и системы; Основы электропривода; Методы расчета надежности структурно-

сложных схем систем электроснабжения, Системы автоматизированного проектирования объектов электроэнергетики.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом в научно-исследовательской работе и прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов очная/заочная				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
Тема 1. Топливо-энергетический комплекс и его роль в экономике государства	5/8,5	4/0,5	0/0	-/-	1/8
Тема 2. Решение вопросов энергосбережения при проектировании систем электроснабжения. Энергосбережение в трансформаторных установках	16/14	4/1	6/1	-/-	6/12
Тема 3. Энергосбережение в электрических сетях. Рациональная эксплуатация цехового оборудования	16/14	4/1	6/1	-/-	6/12
Тема 4. Влияние качества электрической энергии на ее потери	16/16	4/1	6/1	-/-	6/14
Тема 5. Компенсация реактивной мощности	16/14	4/1	6/1	-/-	6/12
Тема 6. Методы энергосбережения для различных потребителей электроэнергии	16/15	6/0,5	4/0,5	-/-	6/14
Тема 7. Методы энергосбережения в осветительных установках.	14/13,5	4/0,5	4/1	-/-	6/12
Тема 8. Энергетический паспорт предприятия. Экономические показатели энергосберегающих проектов	12/14	4/0,5	2/0,5	-/-	6/15
Контактная работа (дополнительная)	6/8				
Курсовая работа (проект)	27/27				27/27
Итого по видам занятий	144/144	34/4	34/6	-/-	70/126
Контроль	36/36				
Итого:	180/180				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-2	Тема 1–7

3.2 Лекции

Тема 1. Топливо-энергетический комплекс и его роль в экономике государства.

Содержание темы 1:

Роль ТЭК в экономике страны. Вторичные энергетические ресурсы. Направления использования ВЭР. Федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

Литература к теме 1: [1, 2, 6, 8,]

Тема 2. Решение вопросов энергосбережения при проектировании систем электроснабжения. Энергосбережение в трансформаторных установках

Содержание темы 2:

Определение рационального напряжения электрической сети. Выбор места расположения источников питания. Выбор мощности трансформаторов цеховых трансформаторных подстанций. Выбор рациональных трасс ЛЭП. Расчет потерь энергии в трансформаторах. Методы оптимизации режимов работы трансформаторов

Литература к теме 2: [1, 2, 3, 6, 8]

Тема 3. Энергосбережение в электрических сетях. Рациональная эксплуатация цехового оборудования

Содержание темы 3:

Определение потерь в линиях и сетях. Основные методы энергосбережения в электрических сетях. Выбор рационального сечения проводов и кабелей. Применение смазки для электрических контактов.

Литература к теме 3: [1, 2, 3, 6, 8]

Тема 4. Влияние качества электрической энергии на ее потери

Содержание темы 4:

Отклонения напряжения. Колебания напряжения. Несимметрия напряжения. Несинусоидальность напряжения.

Литература к теме 4: [1, 2, 6, 8]

Тема 5. Компенсация реактивной мощности

Содержание темы 5:

Относительный рост потерь активной мощности при передаче реактивной. Расчет платы за потребление реактивной мощности. Потребители реактивной мощности. Методы уменьшения потребления реактивной мощности потребителями электроэнергии.

Литература к теме 5: [1, 2, 4, 5, 6, 8]

Тема 6. Методы энергосбережения для различных потребителей электроэнергии

Содержание темы 6:

Методы повышения экономичности электропривода. Энергосбережение в технологических установках для механической обработки. Энергосберегающие режимы работы дуговых сталеплавильных печей. Повышение эффективности работы печей сопротивления. Энергосберегающие режимы работы сварочного оборудования. Энергосбережение в установках электролиза. Энергосбережение в вентиляционных установках. Энергосберегающие технологии вентиляции. Энергосберегающие режимы работы насосных установок. Энергосберегающие технологии производства, передачи и использования сжатого воздуха. Энергосбережение при эксплуатации подъемно-транспортных установок.

Литература к теме 6: [1, 2, 6, 8]

Тема 7. Методы энергосбережения в осветительных установках.

Содержание темы 7:

Оптимизация светотехнической части осветительных установок. Оптимизация осветительных сетей и систем управления и регулирования освещения. Рациональная организация эксплуатации освещения.

Литература к теме 7: [1, 2, 6, 8]

Тема 8. Энергетический паспорт предприятия. Экономические показатели энергосберегающих проектов

Содержание темы 8:

Сущность проведения всех этапов по постановке задачи математического моделирования: математическая формулировка, задание условий однозначности (геометрические, начальные, граничные и физические условия). Электрические балансы промышленных предприятий

Литература к теме 8: [1, 2, 6, 8]

3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Построение годовых графиков электрических активных и реактивных нагрузок предприятия определенной отрасли производства для своего варианта	4/1	[1, 2, 6, 8]
2	Определение годового потребления активной и реактивной энергии промышленных предприятий	2/0,5	[1, 2, 6, 8]
3	Определение числа времен использования максимума активной и реактивной нагрузки	2/0	[1, 2, 6, 8]
4	Определение годовых потерь активной и реактивной электрической энергии в ЛЭП	2/0,5	[1, 2, 3, 6, 8]
5	Определение времени максимальных потерь, сопоставление полученного значения с результатом расчета по эмпирической формуле	2/0	[1, 2, 6, 8]
6	Определение среднего и эффективного значения активного и реактивного нагрузки и коэффициентов формы обоих графиков	2/0	[1, 2, 6, 8]

7	Определение годовых потерь электрической энергии в ЛЭП, при условии, если графики электрических нагрузок были бы равномерными.	2/1	1 , 2 , 3 , 6,8
8	Сопоставление полученных результатов расчета	2/0	[6,8]
9	Определение годовых потерь энергии в линии и трансформаторах при отсутствии КБ	2/0,5	1 , 2 , 3 , 6,8
10	Определение годовых потерь энергии в линии и трансформаторах при установке КБ	2/0,5	[1, 2, 3, 6,8]
11	Определение значения коэффициента загрузки трансформатора, для достижения максимального значения КПД	2/0	[1, 2, 6,8]
12	Определение наибольшего значения КПД трансформатора типа ТМ	2/0	[1, 2, 6,8]
13	Определение годовых потерь активной энергии в трансформаторах в нормальном режиме	2/0,5	[1, 2, 6,8]
14	Определение годовых потерь активной энергии в трансформаторах в режиме минимальных нагрузок	2/0,5	[1, 2, 6,8]
15	Определение мощности трансформаторов ЦТП до и после компенсации реактивной мощности	4/1	[1, 2, 6,8]
Итого:		34/6	

3.4 Лабораторные работы учебным планом не запланированы.

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	23/50
2	Подготовка к практическим занятиям	20/49
3	Подготовка к лабораторным занятиям	-/-
4	Выполнение курсового проекта	-/-
5	Выполнение курсовой работы	27/27
6	Выполнение индивидуального задания	-/-
Итого:		70/126

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы в 1-м семестре.

Цель данной курсовой работы: систематизировать, закрепить и углубить полученные теоретические знания по дисциплине, которые способствуют развитию творческой инициативы, самостоятельности и ответственности, формируют умение использовать справочную, нормативную и правовую документацию. Вопросы курсовой работы охватывают до 80% теоретического лекционного материала и практических занятий.

Тематика курсовой работы связана с решением комплексных задач по энергосбережению при проектировании системы электроснабжения промышленных предприятий.

Структура курсовой работы:

1. Характеристика отрасли производства и электрооборудования исследуемого предприятия
2. Обоснование выбора напряжения питающей линии ГПП предприятия.
 - 2.1. Выбор вариантов напряжения питающей линии ГПП предприятия
 - 2.2. Определение мощности трансформаторов ГПП и ее уточнение с учетом систематических и аварийных перегрузок, надежности электроснабжения
 - 2.3. Выбор сечения проводов питающей линии от подстанции ЭС до ГПП предприятия для различных классов напряжения
 - 2.4. Сравнение и выбор оптимального напряжения питающей линии
3. Анализ графиков электрических нагрузок предприятия
 - 3.1. Расчет по суточному графику электрических нагрузок предприятия средней и максимальной нагрузок
 - 3.2. Построение годового графика по продолжительности и определение его основных параметров
 - 3.3. Определение годовых потерь активной и реактивной энергии в ЛЭП с использованием годовых графиков активной и реактивной нагрузок по продолжительности
 - 3.4. Анализ энергосберегающего мероприятия, связанного с выравниванием графиков электрических нагрузок
4. Энергосберегающие режимы работы трансформаторов
 - 4.1. Потери активной энергии в трансформаторах ГПП при отключении одного из них в режиме минимальных нагрузок
 - 4.2. Определение наибольшего значения коэффициента полезного действия (КПД) трехфазного трансформатора типа ТМ
5. Обоснование выбора устройств компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения предприятия
 - 5.1. Расчет мощности конденсаторных установок на стороне 10кВ ГПП
 - 5.2. Оценка влияния установки КУ на выбор мощности трансформаторов ГПП.
 - 5.3. Рассчитать мощность конденсаторных установок на стороне 0,4кВ цеховой ТП

Разработка всех разделов проекта должна базироваться на максимальном использовании прогрессивных технических средств и передовой технологии. Соответствующие решения – приниматься на основе анализа современной технической литературы и с использованием баз данных электрооборудования и конструкций.

КР имеет одинаковое типовое по форме и методике разработки содержание для всех студентов. Объем КР – не более 50 страниц сброшюрованного рукописного или машинописного текста. Студент обязан оформить проект строго в соответствии с установленными требованиями.

Индивидуальное задание учебным планом не предусмотрено.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать

нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену

1. Основные направления решения проблемы энергосбережения
2. Закон «Об энергосбережении». Цель законодательства об энергосбережении
3. Основные принципы государственной политики в сфере энергосбережения
4. Стимулирование энергосбережения
5. Реформы в топливно-энергетическом секторе
6. Определение рационального напряжения электрической сети.

7. Выбор рациональных трасс ЛЭП. Выбор мощности трансформаторов цеховых трансформаторных подстанций.
8. Расчет потерь энергии в трансформаторах
9. Методы оптимизации режимов работы трансформаторов: увеличение коэффициента загрузки, определение оптимального количества одновременно включенных трансформаторов.
10. Зависимость КПД трансформатора от коэффициента загрузки и $\cos \varphi$.
11. Ограничение холостого хода трансформатора
12. Определение потерь в линиях и сетях
13. Основные методы энергосбережения в электрических сетях
14. Выбор рационального сечения проводов и кабелей
15. Влияние качества электроэнергии (отклонение напряжения) на ее потери
16. Влияние качества электроэнергии (колебание напряжения, несинусоидальность напряжения) на ее потери
17. Влияние качества электроэнергии (несимметрия напряжения) на ее потери
18. Компенсация реактивной мощности. Общие положения.
19. Расчет платы за потребление реактивной мощности
20. Потребители реактивной мощности. Методы уменьшения потребления реактивной мощности потребителями электроэнергии. Трансформаторы.
21. Потребители реактивной мощности. Методы уменьшения потребления реактивной мощности потребителями электроэнергии. Асинхронные двигатели.
22. Потребители реактивной мощности. Методы уменьшения потребления реактивной мощности потребителями электроэнергии. Выпрямительные устройства.
23. Мероприятия по уменьшению потребления реактивной мощности асинхронными двигателями.
24. Источники реактивной мощности. Синхронные компенсаторы.
25. Источники реактивной мощности. Конденсаторные батареи.
26. Выбор места установки конденсаторных батарей
27. Мероприятия по экономии электроэнергии в электроприводах
28. Мероприятия по экономии электроэнергии в технологических установках для механической обработки
29. Мероприятия по экономии электроэнергии в печах сопротивления
30. Мероприятия по экономии электроэнергии в ДСП.
31. Энергосберегающие режимы работы насосных установок
32. Энергосбережение в вентиляционных установках
33. Оптимизация светотехнической части осветительных установок
34. Оптимизация осветительных сетей и систем управления и регулирования освещения.
35. Рациональная организация эксплуатации освещения.
36. Назначение энергетического паспорта предприятия
37. Содержание энергетического паспорта предприятия
38. Энергетические балансы промышленных предприятий

39. Экономические показатели энергосберегающих проектов

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:	<u>магистратура</u>
Направление подготовки (специальность):	<u>13.04.02</u>
Направленность (профиль):	<u>Электроснабжение и энергосбережение</u>
Семестр:	<u>1-ый</u>
Учебная дисциплина:	<u>Энергосбережение в системах электроснабжения</u>

БИЛЕТ № 5

1. Назначение энергетического паспорта предприятия
2. Определение потерь в линиях и сетях. Основные методы энергосбережения в электрических сетях
3. Цеховая трансформаторная подстанция 10/0,4 кВ получает питание по двупежной кабельной линии напряжением 10 кВ. Линия выполнена кабелями марки ААШвУ длиной $l = 2,5 \text{ км}$ и сечением $F = 95 \text{ мм}^2$. На подстанции установлены два трансформатора типа ТМ с номинальной мощностью $S_{\text{Т ном}} = 630 \text{ кВА}$.

Полная мощность нагрузки $S = 1020 \text{ кВА}$, коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,8$, $T_{\text{ма}} = 4100 \text{ ч}$ ($T_{\text{мр}} = 4900 \text{ ч}$) - время использования максимума активной (реактивной) нагрузки. На стороне 0,4 кВ подстанции установлены две конденсаторные батареи (по одной на каждую секцию шин), каждая мощностью $Q_k = 150 \text{ квар}$.

Определить годовые потери электроэнергии в линии и в трансформаторах при включенных и отключенных конденсаторных установках.

Утверждено на заседании кафедры Электроснабжение промышленных предприятий и городов
(наименование кафедры полностью)

Протокол	№	от	
Зав. кафедрой			Левшов А.В.
		(подпись)	(Ф.И.О.)
Экзаменатор			Чурсинова А.А.
		(подпись)	(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

В каждом билете содержится два теоретических вопроса (задание №1, №2) и одна задача (задание №3). Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,3; 0,3 и 0,4. Сумма весовых коэффициентов равна единице.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится в случае представления полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не исказившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их весовой коэффициент.

Пример расчета итоговой оценки по экзамену.

В билете имеется три задания с весовыми коэффициентами 0,25, 0,35 и 0,4. Пусть оценки за каждое задание по 100-балльной шкале составили: 90, 70 и 85, соответственно. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет: $0,25 \cdot 90 + 0,35 \cdot 70 + 0,4 \cdot 85 = 79,75 \approx 81 \text{ балл}$.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ESTS.

4.4 Пример текущего опроса на практических занятиях

На примере темы «Компенсация реактивной мощности»

1. Компенсация реактивной мощности. Общие положения.
2. Расчет платы за потребление реактивной мощности
3. Потребители реактивной мощности. Методы уменьшения потребления реактивной мощности потребителями электроэнергии. Трансформаторы.
4. Потребители реактивной мощности. Методы уменьшения потребления реактивной мощности потребителями электроэнергии. Асинхронные двигатели.
5. Потребители реактивной мощности. Методы уменьшения потребления реактивной мощности потребителями электроэнергии. Выпрямительные устройства.
6. Мероприятия по уменьшению потребления реактивной мощности асинхронными двигателями.
7. Источники реактивной мощности. Синхронные компенсаторы.
8. Источники реактивной мощности. Конденсаторные батареи.
9. Выбор места установки конденсаторных батарей

4.5 Курсовое проектирование

Оценивание раздела курсовой работы производится исходя из следующего:

- правильное и обоснованное (аргументированное) проектное решение с использованием прогрессивных технологий, современного оборудования и инструмента, грамотное применение методики расчёта – максимально возможное количество баллов;

- правильное проектное решение с замечаниями по обоснованию (изложение материала не всегда логичное), имеются замечания по выбору оборудования, инструмента, приведенному расчёту и использованию его результатов – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;

- неверное проектное решение, неумение выполнить расчет для принятия решения, получения необходимых результатов – ноль баллов.

При оценивании результатов курсового проектирования руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам работы:

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	Характеристика отрасли производства и электрооборудования исследуемого предприятия	8
2	Обоснование выбора напряжения питающей линии ГПП предприятия. 2.1. Выбор вариантов напряжения питающей линии ГПП предприятия 2.2. Определение мощности трансформаторов ГПП и ее уточнение с учетом систематических и аварийных перегрузок, надежности электроснабжения 2.3. Выбор сечения проводов питающей линии от подстанции ЭС до ГПП предприятия для различных классов напряжения 2.4. Сравнение и выбор оптимального напряжения питающей линии	24 (по 6 баллов для каждого вопроса раздела)
3	Анализ графиков электрических нагрузок предприятия 3.1. Расчет по суточному графику электрических нагрузок предприятия средней и максимальной нагрузок 3.2. Построение годового графика по продолжительности и определение его основных параметров 3.3. Определение годовых потерь активной и реактивной энергии в ЛЭП с использованием годовых графиков активной и реактивной нагрузок по продолжительности 3.4. Анализ энергосберегающего мероприятия, связанного с выравниванием графиков электрических нагрузок	30 (по 10 баллов для каждого вопроса раздела)
4	Энергосберегающие режимы работы трансформаторов 4.1. Потери активной энергии в трансформаторах ГПП при отключении одного из них в режиме минимальных нагрузок 4.2. Определение наибольшего значения коэффициента полезного действия (КПД) трехфазного трансформатора типа ТМ	20 (по 10 баллов для каждого вопроса раздела)
5	Обоснование выбора устройств компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения предприятия 5.1. Расчет мощности конденсаторных установок на стороне 10кВ ГПП 5.2. Оценка влияния установки КУ на выбор мощности трансформаторов ГПП.	18 (по 6 баллов для каждого вопроса раздела)

5.3. Рассчитать мощность конденсаторных установок на стороне 0,4кВ цеховой ТП	
ИТОГО	100

В результате суммирования набранных по разделам баллов руководитель курсового проектирования определяет предварительную итоговую оценку, которая может быть снижена по результатам защиты обучающимся курсовой работы перед комиссией из числа преподавателей кафедры.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

І Основная литература

1. Стрельников, Н. А. Энергосбережение : учебное пособие / Н. А. Стрельников. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 72 с. — ISBN 978-5-7782-3884-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98770.html>
2. Энергосбережение и энергоэффективность в энергетике : учебное пособие / В. П. Луппов, Т. В. Мятёж, Ю. М. Сидоркин [и др.]. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 107 с. — ISBN 978-5-7782-3634-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91501.html>
3. Проектирование и расчет систем электроснабжения объектов и электротехнических установок : учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, Н. В. Гусев, С. Н. Кладиев, С. М. Семенов. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 363 с. — ISBN 978-5-4387-0858-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/96103.html>

ІІ Дополнительная литература

4. Мещеряков, В. Н. Энергосбережение в электроэнергетике и электроприводе : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Энергосберегающие технологии» для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / В. Н. Мещеряков, Л. Н. Языкова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 28 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74425.html>
5. Митрофанов, С. В. Энергосбережение в энергетике : учебное пособие / С. В. Митрофанов, О. И. Кильметьева. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 127 с. — ISBN 978-5-7410-1371-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61431.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

6. Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине "Энергосбережение в системах электроснабжения" [Электронный ресурс] : для обучающихся по программе магистратуры направления подготовки 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" : (магистерская программа "Электроснабжение и энергосбережение") всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электроснабжения пром. предприятий и городов ; [сост. А.А. Чурсинова]. - 293 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5919.pdf>

7. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Энергосбережение в системах электроснабжения" [Электронный ресурс] : для обучающихся по программе магистратуры направления подготовки 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" : (магистерская программа "Электроснабжение и энергосбережение") всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электроснабжения пром. предприятий и городов ; [сост. А.А. Чурсинова]. - 288 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5925.pdf>.

8. Методические рекомендации к самостоятельной работе по дисциплине "Энергосбережение в системах электроснабжения" [Электронный ресурс] : для обучающихся по программе магистратуры направления подготовки 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" : (магистерская программа "Электроснабжение и энергосбережение") всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электроснабжения пром. предприятий и городов ; [сост. А.А. Чурсинова]. - 156 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5923.pdf>

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR BOOKS – <http://www.iprbookshop.ru/>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория № 8.404 учебный корпус 8 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийный проектор, ноутбук, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические, демонстрационное и действующее оборудование, ноутбук Asus F5000RL Series Notebook, Mobile DualCore Intel Core 2 Duo T5550, 1000 MHz, , ATI Radeon Xpress 1100, 1920 МБ (DDR2-667 DDR2 SDRAM), ATI RADEON XPRESS 1100 (256 МБ), Realtek ALC660 @ ATI SB600, Hitachi HTS542516K9SA00 (150 Gb), Microsoft Windows XP Professional, Libreoffice 5.1.0 (лицензия GNU LGPLv3+ и

MPL2.0), Mozilla Firefox (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0).

2. Учебная аудитория № 8.404 учебный корпус 8 для практических занятий, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийный проектор, ноутбук, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические, демонстрационное и действующее оборудование, ноутбук Asus F5000RL Series Notebook, Mobile DualCore Intel Core 2 Duo T5550, 1000 MHz, , ATI Radeon Xpress 1100, 1920 МБ (DDR2-667 DDR2 SDRAM), ATI RADEON XPRESS 1100 (256 МБ), Realtek ALC660 @ ATI SB600, Hitachi HTS542516K9SA00 (150 Gb), Microsoft Windows XP Professional, Libreoffice 5.1.0 (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0), Mozilla Firefox (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).